

PAT-NO: JP404238305A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04238305 A

TITLE: POLYMER-COATED GLASS CORE OPTICAL WAVEGUIDE

PUBN-DATE: August 26, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HIBINO, YOSHINORI

SUGITA, AKIO

OMORI, YASUJI

KIMURA, TAKAO

INT-CL (IPC): G02B006/12

US-CL-CURRENT: 385/14

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide the optical waveguide capable of effectively controlling light.

CONSTITUTION: The optical waveguide is formed by forming the glass core 13 composed essentially  $\text{SiO}_2$  on a buffer layer 12 formed on a silicon substrate 11, forming the polymer clad 14 made of a fluorinated acrylic resin on the circumference of the core 13, and forming a protective quartz glass substrate 15 on the clad 14. The optical characteristics are examined while controlling temperature, as a result, it is confirmed that the obtained waveguide acts as a mode converter in the case of a linear waveguide, and to act as a variable attenuator in the case of a curved waveguide.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-238305

(43) 公開日 平成4年(1992) 8月26日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

N 7036-2K

M 7036-2K

審査請求 未請求 請求項の数2 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-20394

(22) 出願日 平成3年(1991) 1月22日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

(72) 発明者 日比野 善典

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 杉田 彰夫

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 大森 保治

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 光石 英俊 (外1名)

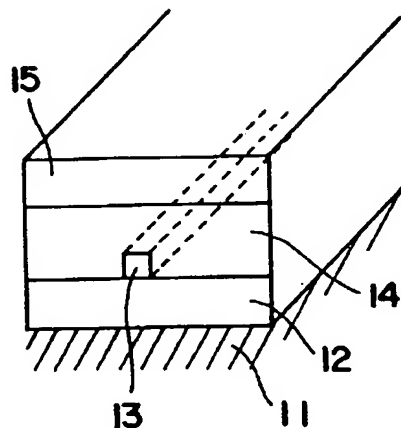
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポリマーコートガラスコア光導波路

(57) 【要約】

【目的】 光制御を効率的に行う光導波路を提供する。

【構成】 シリコン基板11上のパッファ層12にはSiO<sub>2</sub>を主成分とするガラスコア部13を形成し、且つ該コア部13の周囲にはフッ素添加アクリル系樹脂からなるポリマー製クラッド部14を形成し、上面には保護用石英ガラス基板15を設けて光導波路を形成した。温度制御を行いつつ光学特性を調べた結果、直線導波路の場合はモード変換器として、また曲線導波路の場合は可変減衰器として各々動作することが確認された。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平面基板上において光が伝搬する一列または二列以上並列に設けられたコア部と、該コア部の回りに形成されたクラッド層とからなる光導波路において、上記コア部が $\text{SiO}_2$ を主成分とするガラスであると共に、クラッド層の少くとも一部をポリマーで形成してなることを特徴とするポリマーコートガラスコア光導波路。

【請求項2】 請求項1のポリマーコートガラスコア光導波路において、上記光導波路に温度制御手段が設けられた平面型光導波路であることを特徴とするポリマーコートガラスコア光導波路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ポリマーコートガラスコア光導波路に関し、詳しくは、光通信部品分野で利用価値の高い平面型光導波路において、機能性を有する光導波路を提供するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、石英ガラス基板やシリコン基板上に形成可能な石英系ガラス光導波路は、石英系ファイバとの整合性がよいことから実用的な導波路光部品の実現手段として研究開発が進められている。前記基板上にガラス光導波路を形成する方法として、酸水素パーナを用いた気相法による方法がある。この方法でガラス膜を作製するには、ターンテーブル上に基板を並べ、ターンテーブルを回転させるとともに、ガラス微粒子合成トーチに $\text{O}_2$ 、ガス、 $\text{H}_2$ ガスを供給し、トーチ吹出部に酸水素炎を形成して基板に吹きつける。次に、トーチにガラス原料を送ると、火炎中で加水分解反応が生じ、基板上にガラス微粒子が堆積する。ガラス微粒子を堆積させて多孔質状の薄膜を形成した基板を、電気炉などで高温に加熱して透明ガラス化する。

【0003】 上記方法で石英系光導波路のコア／クラッド構造を作製するには、シリコン基板上にアンダークラッド層堆積→コア層堆積→コアエッチング→オーバークラッド堆積のプロセスを行う。作製した導波路は低損失でかつ加工性に優れているので、各種の受動型光部品を構成することができる。また、石英系ガラスであるので光導波路の光学特性も安定であり長期信頼性が高い。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、前記従来技術に係る石英系ガラス光導波路では、光学特性が安定である反面、光-光の相互作用あるいは光-電気相互作用は弱いという問題がある。このため、光回路に重要な光の制御を効率的に行うことが困難であり、能動（機能）形光回路を作製するうえで制限があった。

【0005】 また一方、石英系導波路光部品を構成する要素部品の一つとして方向性結合器があるのが知られている。この方向性結合器は、光の合分波をするために不

2

可欠の部品である。図6にこの方向性結合器の構造の一例を示す。同図中、1はシリコン基板、2はバッファ層、3a、3bはコア、4はガラスクラッド層である。石英系導波路ではすでに述べたようにガラスが長期的に安定であるので、結合率変動の少ない高信頼性を有する方向性結合器を得ることができる。しかし、光回路を構成する上で簡便な構造で結合率可変の方向性結合器があれば応用範囲が拡大するが、石英系光導波路においては結合率を効率的に制御することは困難であった。

【0006】 本発明は以上述べた問題点に鑑み、石英系ガラス導波路では困難であった光制御を効率的に行うことができ、更には、方向性結合器特性の制御を可能にすると共に、結合率を効率的に制御できるポリマーコートガラスコア光導波路を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するための本発明のポリマーコートガラスコア光導波路の構成は、平面基板上において光が伝搬する一列または二列以上並列に設けられたコア部と、該コア部の回りに形成されたクラッド層とからなる光導波路において、上記コア部が $\text{SiO}_2$ を主成分とするガラスであるとと共に、クラッド層の少くとも一部をポリマーで形成してなることを特徴とする。

【0008】

【作用】 前記構成のようにガラスコア／ポリマークラッド光導波路とすることにより、該光導波路の温度制御する際、直線導波路とした場合にはモード変換器として、曲線導波路では可変減衰器として動作する。また方向性結合器に用いた場合には温度制御によって結合率が変化し、効率的な光制御素子として作用する。

【0009】

【実施例】 以下、本発明の好適な実施例を図面を参照にして詳細に説明する。

【0010】 実施例1

本実施例においては、ガラスをコアにしてオーバークラッド全体にポリマー（UVキュアポリマー等）を用いて光導波路を形成したものである。ここで上記ポリマーとは紫外線の照射によって硬化するフッ素添加アクリル系樹脂（UVキュア）の他に、ポリシロキサン、ポリシルセスキオキサン、ポリイミド等の熱硬化性樹脂等の高分子化合物をいい、屈折率及び粘度は目的に応じて適宜設定すればよい。

【0011】 図1は本実施例において作製した導波路構造を示す概略図である。同図に示すように、本実施例に係るポリマーコートガラスコア光導波路は、シリコン基板11上に設けられたバッファ層12と、このバッファ層12上に形成されたコア部13と、このコア部13の周囲に設けられ且つポリマーで形成されたポリマークラッド層14と、このクラッド層14の上面に設けられ保護をする保護用石英ガラス基板15とを具備してなるも

のである。

【0012】この製造法は、まず、通常の方法で基板11にパッファ層12とコア層を堆積した。パッファ層12とコア層の厚さはそれぞれ20 $\mu$ mと7 $\mu$ mで、屈折率差は0.75%とした。次に、2層構造ガラス膜上にLSI製作で用いられるフォトリソグラフ技術により導波路パターンを形成し、反応性イオンエッチング(RIE)法によりコア部13を作製した。導波路の幅は7 $\mu$ mとした。上記方法で作製したコアリッジ導波路にフッ素添加アクリル系樹脂(UVキュア)をスピンコート法で塗り、その上を基板と同一形状の保護用石英ガラス基板15で保護した。基板上部より中心波長365nmのUVを1分間照射しポリマーを硬化させ、ポリマークラッド層14を形成した。本実施例で用いたポリマーは、屈折率:1.456(25℃波長488nm)、粘度:1000cpsのものである。硬化後の樹脂の厚さは0.5 $\mu$ mであった。導波路端面を出すために、ダイシングソーを用いて基板の両側を切断した。

【0013】上記導波路の光学特性を調べた。測定の際にはガラスとポリマーで屈折率の温度依存性が異なることを利用するために、ベルチェ素子による導波路の温度制御を行った。この結果、直線導波路ではモード変換器、曲線導波路では可変減衰器として動作することを確認した。

#### 【0014】実施例2

本実施例では、実施例1と同じ方法でポリマークラッド/ガラスコア導波路からなる方向性結合器を作製しその特性を調べた。コア形状、屈折率差、使用したポリマーは実施例1と同じとした。図2は、本実施例において作製した導波路構造を示す図であって、21はシリコン基板、22はパッファ層、23a、23bはコア部、24はポリマークラッド層、25は保護用石英ガラス板である。

【0015】上記導波路の方向性結合器の特性を調べた。測定した方向性結合器の結合長とコア中心間距離(結合間隔)はそれぞれ1mmと10 $\mu$ mであった。図3に方向性結合器の結合率の温度依存性の測定結果を示す。測定の際にはベルチェ素子による導波路の温度制御を行った。この測定の結果、温度20℃から60℃の変化で結合率が約0.95から0.05まで変化した。この結果により本発明の有効性が確認された。

#### 【0016】実施例3

本実施例では、ガラスをコアにしてオーバークラッドの一部にUVキュアポリマーを用いた。図4は、本実施例において作製した導波路構造を示す図であって、31はシリコン基板、32はパッファ層、33a、33bはコア部、36はガラスクラッド層、37はポリマー埋め込み用矩形パターンである。図5(A)、(B)は図のA-A線断面を示す。

【0017】本実施例では、まず、通常の方法で基板上に埋め込みコアガラス導波路を作製した。パッファ層32とコア層の諸元は実施例1と同じで、オーバークラッドの厚さは20 $\mu$ mとした。次に、導波路の方向性結合器上にLSI製作で用いられるフォトリソグラフ技術により矩形パターンを形成し、RIE法によりコア層までをオーバークラッド層をエッチングした。矩形パターンのサイズは方向性結合器に合わせて長さ0.5mm幅20 $\mu$ mとした(図4及び図5(A)参照)。

【0018】上記方法でエッチングした矩形パターン中に、熱硬化性フッ素添加アクリル系樹脂を埋め、その上をパターン形状より少し大きい保護用石英ガラス基板35で保護した。基板を90℃で1時間保持してポリマーを硬化させ、オーバークラッドの一部にポリマークラッド層34を形成した(図5(B)参照)。用いたポリマーの諸元は、屈折率:1.450(25℃波長488nm)、粘度:2000cpsであった。

【0019】上記導波路の方向性結合器の特性を、実施例1と同様に温度制御を行って調べた。上記測定した方向性結合器の結合長と結合間隔はそれぞれ1mmと3 $\mu$ mであった。測定の結果、温度20℃から70℃の変化で結合率は実施例2と同様に約0.05から0.95まで変化したさらに、本実施例では全体の導波路光損失が実施例2の場合より小さく良好であった。

#### 【0020】

【発明の効果】以上実施例と共に詳しく述べたように、本発明によればガラスコア/ポリマークラッド光導波路としているので、光の制御を効率的に行うことができる。また方向性結合器に用いることにより、結合率を効率的に制御することが可能となり、簡便で且つ効率的な光制御素子を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1で作製した導波路の構成図である。

【図2】実施例2で作製した方向性結合器の断面図である。

【図3】実施例2で作製した方向性結合器における結合率の温度依存性を示すグラフである。

【図4】実施例3で作製した導波路の構成図である。

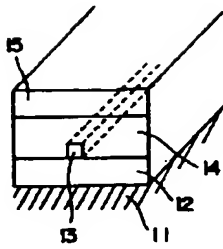
【図5】図4のA-A線断面図である。

【図6】従来の方向性結合器の構成図である。

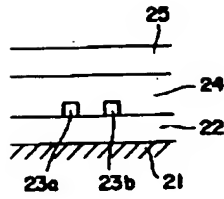
#### 【符号の説明】

- 11, 21, 31 シリコン基板
- 12, 22, 32 パッファ層
- 13, 23a, 23b, 33a, 33b コア部
- 14, 24, 34 ポリマークラッド層
- 15, 25, 35 保護用石英ガラス基板
- 36 ガラスクラッド層
- 37 ポリマー埋め込み用矩形パターン

【図1】

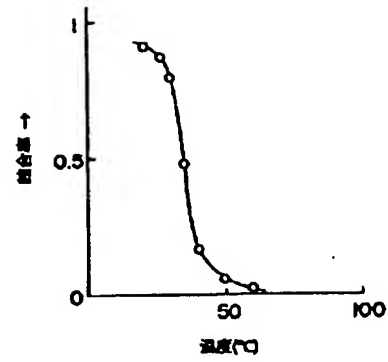


【図2】

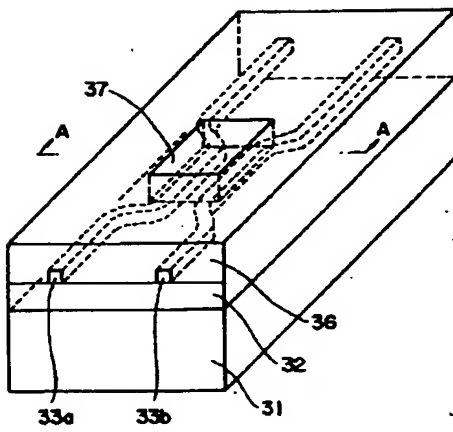


【図3】

方向性結合部の結合率の温度依存性の測定結果

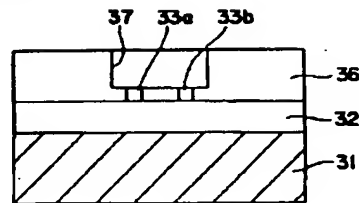


【図4】

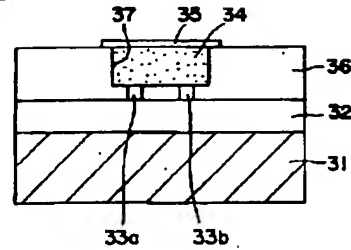


【図5】

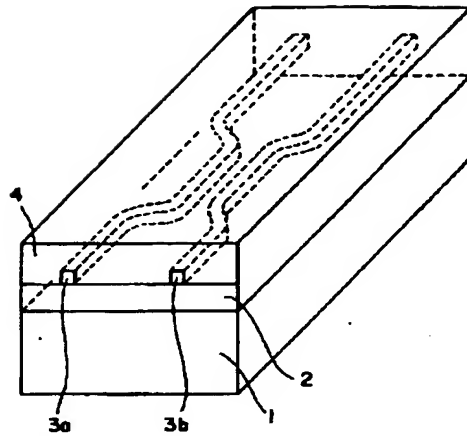
(A)



(B)



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 木村 隆男

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内